

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月15日  
Date of Application:

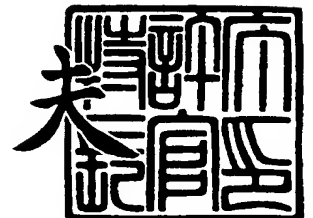
出願番号 特願2003-110153  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-110153]

出願人 シャープ株式会社  
Applicant(s):

2004年 3月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3022290

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J03705

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133  
G02F 1/13363

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 中村 浩三

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 岸本 覚

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101683

【弁理士】

【氏名又は名称】 奥田 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 082969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208454

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置および積層位相差板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の基板および前記一対の基板間に設けられた液晶層を備える液晶セルと、

前記液晶セルを介して互いに対向する一対の偏光板とを有し、

ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置であって、

前記一対の偏光板の一方と前記液晶セルとの間に配置された第 1 の光学補償素子と、

前記第 1 の光学補償素子と前記一方の偏光板との間に配置された第 2 の光学補償素子とをさらに有し、

前記第 1 の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の旋光度の波長依存性を補償し、

前記第 2 の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の楕円率の波長依存性を補償する、液晶表示装置。

【請求項 2】 前記第 1 の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光のうち、特定の波長の直線偏光の偏光方向を実質的に変化させずに、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光の楕円長軸方向を前記特定の波長の直線偏光の偏光方向と実質的に同じにする機能を有する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記第 2 の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光のうち、前記特定の波長の直線偏光を直線偏光のまま通過させ、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光を実質的に直線偏光にする機能を有する、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 一対の基板および前記一対の基板間に設けられた液晶層を備える液晶セルと、

前記液晶セルを介して互いに対向する一対の偏光板とを有し、

ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置で

あって、

前記一对の偏光板の一方と前記液晶セルとの間に配置された第1の光学補償素子と、

前記第1の光学補償素子と前記一方の偏光板との間に配置された第2の光学補償素子とをさらに有し、

前記第1の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光のうち、特定の波長の直線偏光の偏光方向を実質的に変化させずに、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光の楕円長軸方向を前記特定の波長の直線偏光の偏光方向と実質的に同じにする機能を有し、

前記第2の光学補償素子は、前記特定の波長の直線偏光を直線偏光のまま通過させ、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光を実質的に直線偏光にする機能を有する、液晶表示装置。

【請求項5】 前記第1の光学補償素子は、前記液晶層に平行な面内にリタレーションを有するとともに前記液晶層に平行な面内に遅相軸を有し、

黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の旋光度の波長依存性に応じて、前記第1の光学補償素子の遅相軸と前記第1の光学補償素子の面内リタレーションの波長分散特性とが所定の状態に設定されており、そのことによって前記第1の光学補償素子の前記機能が奏される、請求項2から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記第2の光学補償素子は、前記液晶層に平行な面内にリタレーションを有するとともに前記液晶層に平行な面内に遅相軸を有し、

黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の楕円率の波長依存性に応じて、前記第2の光学補償素子の遅相軸と前記第2の光学補償素子の面内リタレーションの波長分散特性とが所定の状態に設定されており、そのことによって前記第2の光学補償素子の前記機能が奏される、請求項2から5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記特定の波長は450nm以上600nm以下の波長域に含まれる、請求項2から6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】 黒表示状態における前記液晶層の正面リタレーション $\Delta n \cdot d$

の値は 390 nm 以上 550 nm 以下である、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記第 1 の光学補償素子は、前記液晶層に平行な平面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な平面内に遅相軸を有し、

前記第 1 の光学補償素子の面内リタデーション  $R_{e1}$  の値は、75 nm 以上 210 nm 以下であり、

前記第 1 の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第 1 の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と  $85^\circ$  以上  $95^\circ$  以下の角をなす、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記第 2 の光学補償素子は、前記液晶層に平行な平面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な平面内に遅相軸を有し、

前記第 2 の光学補償素子の面内リタデーション  $R_{e2}$  は、前記液晶層の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  と、 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$  の関係を満足し、

前記第 2 の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第 1 の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と  $42^\circ$  以上  $48^\circ$  以下の角をなす、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 一对の基板、前記一对の基板間に設けられた液晶層、および、前記一对の基板の前記液晶層側の表面に設けられた一对の配向層を備える液晶セルと、

前記液晶セルを介して互いに対向する一对の偏光板とを有し、

ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置であって、

前記一对の偏光板の一方と前記液晶セルとの間に配置された第 1 の光学補償素子と、

前記第 1 の光学補償素子と前記一方の偏光板との間に配置された第 2 の光学補償素子とをさらに有し、

黒表示状態における前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ の値は390 nm以上550 nm以下であり、

前記第1の光学補償素子および前記第2の光学補償素子は、それぞれ前記液晶層に平行な面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な面内に遅相軸を有し、

前記第1の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e1}$ の値は、75 nm以上210 nm以下であり、前記第1の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と $85^\circ$ 以上 $95^\circ$ 以下の角をなし、

前記第2の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e2}$ は、前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ と、 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ の関係を満足し、前記第2の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と $42^\circ$ 以上 $48^\circ$ 以下の角をなす、液晶表示装置。

【請求項12】 前記第1の光学補償素子および前記第2の光学補償素子は、前記液晶セルに対して観察者側に配置されている、請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項13】 前記第1の光学補償素子および前記第2の光学補償素子は、前記液晶セルに対して観察者とは反対側に配置されている、請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項14】 前記第1の光学補償素子は一軸光学異方性を有する位相差フィルムである請求項1から13のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項15】 前記第2の光学補償素子は一軸光学異方性を有する位相差フィルムである請求項1から14のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項16】 前記一对の偏光板の他方の偏光板の透過軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と略平行または略垂直

である、請求項 1 から 15 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 17】 前記液晶層のツイスト角は  $85^{\circ}$  以上  $95^{\circ}$  以下である請求項 1 から 16 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 18】 第 1 層および第 2 層を含む積層構造を備えた積層位相差板であって、

前記第 1 層および第 2 層は、それぞれ層面に平行な面内に遅相軸を有するとともにそれぞれ層面に平行な面内にリタデーションを有し、

前記第 1 層の面内リタデーションの値は、 $75\text{ nm}$  以上  $210\text{ nm}$  以下であり、

前記第 2 層の面内リタデーションの値は、 $220\text{ nm}$  以上  $320\text{ nm}$  以下であり、

前記第 2 層の遅相軸は、前記第 1 層の遅相軸と  $42^{\circ}$  以上  $48^{\circ}$  以下の角をなす、積層位相差板。

【請求項 19】 前記第 2 層の遅相軸は、前記第 1 層の遅相軸と略  $45^{\circ}$  の角をなす、請求項 18 に記載の積層位相差板。

【請求項 20】 ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置に用いられる、請求項 18 または 19 に記載の積層位相差板。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置に関する。また、本発明は、そのような液晶表示装置に用いられる積層位相差板にも関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

現在、液晶表示装置として、ノーマリホワイトモードで表示を行う TN（ツイストネマチック）型の液晶表示装置が広く利用されている。

##### 【0003】

ノーマリホワイトモードの液晶表示装置では、画素内で画素電極が存在しない



領域（例えばバスラインと画素電極との間）は、常に電圧無印加状態であるために常に光が透過している。この光は、白表示時には特に問題とはならないが、黒表示時には光漏れとなるので表示のコントラスト比を低下させてしまう。そのため、一般的には、この光漏れを防止するために前面側の基板に遮光層が設けられる。

#### 【0004】

この遮光層は、2枚の基板の貼り合わせ精度を考慮し、光漏れが発生する領域よりも広く設置されるので、画素の開口率を大きく低下させてしまう。そのため、このような遮光層は、高開口率の液晶表示装置を実現する上で不利な要素となっていた。

#### 【0005】

そこで、上記の問題を解決するため、電圧無印加状態で黒表示を行うノーマリブラックモードが提案されている。ノーマリブラックモードのTN型液晶表示装置では、液晶分子が液晶層の厚さ方向に沿ってねじれ配向した状態において黒表示が行われる。

#### 【0006】

ところが、ノーマリブラックモードのTN型液晶表示装置では、液晶層の屈折率異方性が波長依存性（波長分散特性）を有しているために、黒表示が色付くという新たな問題が発生してしまう。

#### 【0007】

550nmがファーストミニマム条件となるようにリタデーション $\Delta n \cdot d$ が調整された液晶層についてこの問題を説明する。この液晶層に黒表示状態（ねじれ角が90°で配向している状態）において直線偏光を入射させると、液晶層を通過後には、波長550nmの光は、入射した直線偏光と偏光方向が直交した直線偏光となる。ところが、液晶層の屈折率異方性が波長分散特性を有しているので、その他の波長の光は、液晶層から出射したときには楕円偏光となってしまう。さらに、この楕円偏光の長軸方位は、直線偏光として出射する波長550nmの光の偏光方向からずれている。このような長軸方位のずれは、ねじれ配向の液晶層に特有の現象であり、ねじれないホモジニアス配向の液晶層では生じない

現象である。

【0008】

このように、ノーマリブラックモードのTN型液晶表示装置では、黒表示状態において液晶層を通過した光は、所望の直線偏光状態ではない成分を含んでおり、波長550nmの光は観察者側の偏光板によって遮光されるものの、その他の波長の光は観察者側の偏光板をいくらか通過してしまう。そのため、黒表示が色付き、コントラスト比が低下する。

【0009】

この問題を解決するために、多数の位相差フィルムを用いて色補償をする方法（非特許文献1）や、遅相軸が厚さ方向に沿ってねじれ、液晶層の波長依存性と逆の波長依存性を有するねじれ位相板により補償する方法（特許文献1）が提案されている。

【0010】

【特許文献1】

特開2001-188232号公報

【非特許文献1】

Sergan、外3名、「Achromatic Normally Black Twisted Nematic Device with Wide Viewing Angle Using Negative-in-plane Compensation Films」、Jpn. J. Appl. Phys.、1998年3月、第37巻、p. 889-894

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非特許文献1に開示されている方法では、多数の位相差フィルムを用いるので、製造コストの上昇や表示装置の厚さの増加を招いてしまう。また、特許文献1に開示されている方法では、ねじれ位相板の生産性が低く、工業的に利用しにくいので、製造コストが上昇してしまう。

【0012】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、黒表示の着色が抑制され、高コントラスト比の表示が可能で、且つ、低コストで製造可能なノーマリブラックモードのツイストネマチック型液晶表示装置およびそれに好適に

用いられる積層位相差板を提供することにある。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明による液晶表示装置は、一対の基板および前記一対の基板間に設けられた液晶層を備える液晶セルと、前記液晶セルを介して互いに対向する一対の偏光板とを有し、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置であって、前記一対の偏光板の一方と前記液晶セルとの間に配置された第1の光学補償素子と、前記第1の光学補償素子と前記一方の偏光板との間に配置された第2の光学補償素子とをさらに有し、前記第1の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の旋光度の波長依存性を補償し、前記第2の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の楕円率の波長依存性を補償し、そのことによって上記目的が達成される。

#### 【0014】

ある好適な実施形態において、前記第1の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光のうち、特定の波長の直線偏光の偏光方向を実質的に変化させずに、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光の楕円長軸方向を前記特定の波長の直線偏光の偏光方向と実質的に同じにする機能を有する。

#### 【0015】

ある好適な実施形態において、前記第2の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光のうち、前記特定の波長の直線偏光を直線偏光のまま通過させ、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光を実質的に直線偏光にする機能を有する。

#### 【0016】

あるいは、本発明による液晶表示装置は、一対の基板および前記一対の基板間に設けられた液晶層を備える液晶セルと、前記液晶セルを介して互いに対向する一対の偏光板とを有し、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置であって、前記一対の偏光板の一方と前記液晶セルとの間に配置された第1の光学補償素子と、前記第1の光学補償素子と前記一方の偏光板

との間に配置された第2の光学補償素子とをさらに有し、前記第1の光学補償素子は、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光のうち、特定の波長の直線偏光の偏光方向を実質的に変化させずに、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光の楕円長軸方向を前記特定の波長の直線偏光の偏光方向と実質的に同じにする機能を有し、前記第2の光学補償素子は、前記特定の波長の直線偏光を直線偏光のまま通過させ、前記特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光を実質的に直線偏光にする機能を有し、そのことによって上記目的が達成される。

#### 【0017】

ある好適な実施形態において、前記第1の光学補償素子は、前記液晶層に平行な面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な面内に遅相軸を有し、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の旋光度の波長依存性に応じて、前記第1の光学補償素子の遅相軸と前記第1の光学補償素子の面内リタデーションの波長分散特性とが所定の状態に設定されており、そのことによって前記第1の光学補償素子の前記機能が奏される。

#### 【0018】

ある好適な実施形態において、前記第2の光学補償素子は、前記液晶層に平行な面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な面内に遅相軸を有し、黒表示状態において前記液晶層を通過する偏光の楕円率の波長依存性に応じて、前記第2の光学補償素子の遅相軸と前記第2の光学補償素子の面内リタデーションの波長分散特性とが所定の状態に設定されており、そのことによって前記第2の光学補償素子の前記機能が奏される。

#### 【0019】

前記特定の波長は450nm以上600nm以下の波長域に含まれることが好ましく、500nm以上600nmの波長域に含まれることがさらに好ましい。

#### 【0020】

黒表示状態における前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ の値は390nm以上550nm以下であることが好ましく、420nm以上520nm以下であることがより好ましく、440nm以上480nm以下であることがさらに好

ましい。

#### 【0021】

前記第1の光学補償素子は、前記液晶層に平行な平面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な平面内に遅相軸を有し、前記第1の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e1}$ の値は、75 nm以上210 nm以下であり、前記第1の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と $85^{\circ}$ 以上 $95^{\circ}$ 以下の角をなすことが好ましい。前記第1の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e1}$ の値は、105 nm以上175 nm以下であることがより好ましく、また、前記第1の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶分子の黒表示状態における配向方向と $86^{\circ}$ 以上 $94^{\circ}$ 以下の角をなすことがより好ましく、略 $90^{\circ}$ の角をなすことがさらに好ましい。

#### 【0022】

前記第2の光学補償素子は、前記液晶層に平行な平面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な平面内に遅相軸を有し、前記第2の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e2}$ は、前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ と、 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ の関係を満足し、前記第2の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と $42^{\circ}$ 以上 $48^{\circ}$ 以下の角をなすことが好ましい。前記第2の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e2}$ は、前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ と、 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 55 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 75$ の関係を満足することがより好ましく、また、前記第2の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶分子の黒表示状態における配向方向と $43^{\circ}$ 以上 $47^{\circ}$ 以下の角をなすことがより好ましく、略 $45^{\circ}$ の角をなすことがさらに好ましい。

#### 【0023】

あるいは、本発明による液晶表示装置は、一对の基板、前記一对の基板間に設けられた液晶層、および、前記一对の基板の前記液晶層側の表面に設けられた一

対の配向層を備える液晶セルと、前記液晶セルを介して互いに対向する一対の偏光板とを有し、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置であって、前記一対の偏光板の一方と前記液晶セルとの間に配置された第1の光学補償素子と、前記第1の光学補償素子と前記一方の偏光板との間に配置された第2の光学補償素子とをさらに有し、黒表示状態における前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ の値は390 nm以上550 nm以下であり、前記第1の光学補償素子および前記第2の光学補償素子は、それぞれ前記液晶層に平行な面内にリタデーションを有するとともに前記液晶層に平行な面内に遅相軸を有し、前記第1の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e1}$ の値は、75 nm以上210 nm以下であり、前記第1の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一対の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と $85^\circ$ 以上 $95^\circ$ 以下の角をなし、前記第2の光学補償素子の面内リタデーション $R_{e2}$ は、前記液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ と、 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ の関係を満足し、前記第2の光学補償素子の遅相軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一対の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と $42^\circ$ 以上 $48^\circ$ 以下の角をなしており、そのことによって上記目的が達成される。

#### 【0024】

前記第1の光学補償素子および前記第2の光学補償素子は、前記液晶セルに対して観察者側に配置されていてもよい。

#### 【0025】

前記第1の光学補償素子および前記第2の光学補償素子は、前記液晶セルに対して観察者とは反対側に配置されていてもよい。

#### 【0026】

前記第1の光学補償素子は一軸光学異方性を有する位相差フィルムであることが好ましい。

#### 【0027】

前記第2の光学補償素子は一軸光学異方性を有する位相差フィルムであることが好ましい。

#### 【0028】

典型的には、前記一对の偏光板の他方の偏光板の透過軸は、前記液晶層に含まれる液晶分子であって前記一对の基板のうちの前記第1の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と略平行または略垂直である。

#### 【0029】

典型的には、前記液晶層のツイスト角は $85^{\circ}$ 以上 $95^{\circ}$ 以下である。

#### 【0030】

本発明による積層位相差板は、第1層および第2層を含む積層構造を備えた積層位相差板であって、前記第1層および第2層は、それぞれ層面に平行な面内に遅相軸を有するとともにそれぞれ層面に平行な面内にリタデーションを有し、前記第1層の面内リタデーションの値は、 $75\text{ nm}$ 以上 $210\text{ nm}$ 以下であり、前記第2層の面内リタデーションの値は、 $220\text{ nm}$ 以上 $320\text{ nm}$ 以下であり、前記第2層の遅相軸は、前記第1層の遅相軸と $42^{\circ}$ 以上 $48^{\circ}$ 以下の角をなし、そのことによって上記目的が達成される。

#### 【0031】

前記第2層の遅相軸は、前記第1層の遅相軸と略 $45^{\circ}$ の角をなしていることが好ましい。

#### 【0032】

本発明による積層位相差板は、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置に好適に用いられる。

#### 【0033】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明による液晶表示装置の実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

#### 【0034】

図1に、本実施形態における液晶表示装置100の構成を模式的に示す。

## 【0035】

液晶表示装置100は、液晶セル10と、液晶セル10を介して互いに対向する一対の偏光板20aおよび20bとを有し、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置である。

## 【0036】

液晶セル10は、一対の基板11aおよび11bと、これらの間に設けられた液晶層12とを備えている。液晶層12の配向状態は、液晶層12を介して互いに対向する電極13aおよび13bによって制御される。図1では、電圧無印加状態の液晶層12に含まれる液晶分子を模式的に示している。液晶層12のツイスト角は、典型的には、 $85^{\circ}$ 以上 $95^{\circ}$ 以下である。また、本実施形態では、液晶層12は、背面側の基板11b側から前面側の基板11a側に向かって液晶分子が反時計回りにねじれ配向するように設定されている。

## 【0037】

液晶セル10がアクティブマトリクス駆動される場合には、電極13aおよび13bは、画素ごとに設けられた画素電極とそれに対向する対向電極であり、液晶セル10の画素ごとにMIM素子やTFT素子などのアクティブ素子が設けられる。また、液晶セル10が単純マトリクス駆動される場合には、電極13aおよび13bは、ストライプ状に形成される。

## 【0038】

本実施形態では、一対の基板11aおよび11bの液晶層12側の表面に、一対の配向層14aおよび14bが設けられている。配向層14aおよび14bは、例えばラビング処理が施された水平配向膜である。

## 【0039】

液晶セル10の外側に配置された偏光板20aおよび20bは、液晶層12に電圧が印加されていない状態で黒表示を行うことができるように透過軸が設定されている。

## 【0040】

液晶表示装置100は、ノーマリブラックモードで表示を行うので、ノーマリホワイトモードのように画素内で電極が存在しない領域に遮光層を設ける必要が



なく、開口率を高くして明るい表示を実現することができる。

#### 【0041】

本実施形態における液晶表示装置 100 は、さらに、観察者側の偏光板 20a と液晶セル 10 との間に配置された第 1 の光学補償素子 1 と、この第 1 の光学補償素子 1 と偏光板 20a との間に配置された第 2 の光学補償素子 2 とを有している。以下、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 の機能を説明する。

#### 【0042】

まず、黒表示状態において液晶層 12 を通過した光の偏光状態をポアンカレ球を用いて説明する。「ポアンカレ球」は、図 2 に示すように、偏光状態を表現するストークスパラメータ  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  のうち、 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  を直交座標系の各軸にとったときの  $S_0$  (強度) を半径とする球であり、光の偏光状態はこのポアンカレ球の球面上の点の位置で表わされる。このような表示方法は「ポアンカレ球表示」と呼ばれる。

#### 【0043】

ポアンカレ球面上の点 S の緯度  $L_a$  は、楕円率角の 2 倍、経度  $L_o$  は楕円長軸方位角の 2 倍を表し、正の楕円率角が右回りの円偏光に対応する。従って、ポアンカレ球の上半球に右回り偏光、下半球に左回り偏光が表示される。また、赤道上には楕円率角がゼロの光すなわち直線偏光が表示され、上下両極にそれぞれ右円偏光と左円偏光とが表示される。

#### 【0044】

黒表示状態において液晶層 12 に入射する光 (偏光板 20b を介して直線偏光として入射する) が液晶層 12 から出射したときの偏光状態を図 3 (a) および (b) に示す。図 3 (a) は、 $S_2$  軸と  $S_3$  軸とを含む平面上に、図 3 (b) は、 $S_1$  軸と  $S_3$  軸とを含む平面上にポアンカレ球上の点を正射影した図である。図 3 (a) および (b) では、波長 400 nm から 700 nm の光を示しており、また、このときの液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  は 480 nm で波長 550 nm の光に対してファーストミニマム条件を満足している。なお、正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  は、層面に垂直に (厚さ方向に平行に) 入射する光に対して

液晶層 12 が示すリタレーションである。

【0045】

図 3 (a) において、 $S_2$  軸の座標が異なることは、偏光の長軸方位が異なっていることを表しており、 $S_2 = 0$  は、偏光の長軸方位が液晶層 12 への入射時の直線偏光の偏光方向と直交していることを示す。なお、本願明細書では、特にことわらない限り、「偏光の長軸方位」は、楕円偏光の楕円長軸方向だけでなく直線偏光の偏光方向もさすこととする。また、図 3 (a) および (b) において、 $S_3$  軸の座標が異なることは、偏光の楕円率が異なっていることを示し、 $S_3 = 0$  が直線偏光、 $S_3 = 1$  が右円偏光、 $S_3 = -1$  が左円偏光を示している。

【0046】

図 3 (a) に示したように、波長 550 nm の偏光 (図中に □ で示している) はその長軸方位が入射時の直線偏光の偏光方向と直交している。これに対して、その他の波長の偏光、例えば波長 450 nm の偏光 (図中に △ で示している) や波長 650 nm の偏光 (図中に ○ で示している) は、その長軸方位が波長 550 nm の光とは異なっている。また、波長 550 nm の偏光が直線偏光であるのに対して、その他の波長の偏光は直線偏光ではなく楕円偏光となっている。

【0047】

このように、ツイストネマチック型の液晶表示装置 100 では、黒表示状態の液晶層 12 を通過した光のうちの特定の波長成分 (ここでは波長 550 nm の光) だけが所望の直線偏光状態となっており、液晶層 12 を通過した偏光はその長軸方位や楕円率が波長によって異なっている。すなわち、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光は、「旋光度」および「楕円率」に波長依存性 (波長分散) を有している。偏光の「旋光度」は、液晶層 12 による偏光の長軸方位の変化を角度で表したものである。また、偏光の「楕円率」は、偏光の電場ベクトルが伝搬方向に垂直な平面内で描く形状の長軸と短軸との比であり、直線偏光の楕円率はゼロ、円偏光の楕円率は 1 であるといえる。

【0048】

液晶表示装置 100 が備える第 1 の光学補償素子 1 は、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の「旋光度」の波長依存性 (波長分散) を補償する。

## 【0049】

典型的には、第1の光学補償素子1は、黒表示状態において液晶層12を通過する偏光のうち、特定の波長の直線偏光の偏光方向を実質的に変化させずに、その特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光の楕円長軸方向を、その特定の波長の直線偏光の偏光方向と実質的に同じにする機能を有する。本実施形態における第1の光学補償素子1は、既に所望の偏光状態が得られている波長550nmの偏光の長軸方位を実質的に変化させずに、その他の波長の偏光の長軸方位を波長550nmの偏光の長軸方位と実質的に同じにする。

## 【0050】

上記機能を有する第1の光学補償素子1は、例えば、液晶層12に平行な平面内に遅相軸を有し、この遅相軸が第1の光学補償素子1に近い方の配向層14aの配向規制方向に対してほぼ直交するように配置されている。つまり、第1の光学補償素子1の遅相軸は、第1の光学補償素子1に近い方の基板11a近傍に位置する液晶分子の黒表示状態における配向方向と実質的に直交するように配置されている。このような配置とすることによって、波長550nmの光に対して位相差を与えることなく、他の波長の光に位相差を与えることが可能になるので、波長550nmの偏光の長軸方位を実質的に変化させることなく、他の波長の偏光の長軸方位を変化させることができる。

## 【0051】

このように遅相軸が設定された第1の光学補償素子1を光が通過したときの偏光状態の変化は、図3(a)のグラフ上の点を、 $S_2=0$ 、 $S_3=0$ の点を中心に反時計回りに回転させることと等価である。従って、もともと $S_2=0$ 、 $S_3=0$ の位置にある波長550nmの光の経度を変えずに、他の波長の光の経度を変化させることができる。

## 【0052】

図3(a)のグラフ上での回転角度は、第1の光学補償素子1が液晶層12に平行な平面内に有するリタレーションの大きさに依存するので、第1の光学補償素子1の面内リタレーション $Re_1$ の大きさを適宜調整することによって、図3(a)のグラフ上での回転角を制御し、偏光の長軸方位の変化を制御することが

できる。

#### 【0053】

ただし、図3 (a) からわかるように、液晶層12を通過した各波長の光は、ポアンカレ球面上で赤道上に並んでいるわけではなく、図3 (a) のグラフ上で直線状に分布しているわけではない。そのため、経度のばらつきをより小さくして偏光の長軸方位のずれをより小さくするためには、すべての波長の光を一樣な角度で回転させるよりも、波長に応じて回転角を異ならせることが好ましい。

#### 【0054】

例えば、第1の光学補償素子1が、ある波長の光に対してその波長の4分の1の大きさの面内リタデーション $Re_1$ を有する場合には、その波長の光は図3 (a) のグラフ上で反時計回りに略 $90^\circ$  回転させられるが、第1の光学補償素子1としてすべての波長の光に対して $\lambda/4$ 板として機能するものを用いると、すべての波長の光が反時計回りに略 $90^\circ$  回転させられるので、すべての波長の光を同一経線上に並べることは難しい。

#### 【0055】

本実施形態では、550nmよりも短い波長域の光および550nmよりも長い波長域の光は、図3 (a) および (b) に示したように、 $S_3 < 0$  の領域に分布している。そのため、550nmよりも短い波長域の光を $90^\circ$  よりも大きな角度で回転させ、550nmよりも長い波長域の光を $90^\circ$  よりも小さな角度で回転させることによって、偏光の長軸方位のずれをより小さくすることができる。

#### 【0056】

波長に応じて回転角を適切に設定するために、第1の光学補償素子1の面内リタデーション $Re_1$ の波長分散特性を利用することができる。一般に、波長 $\lambda$ の光に対する第1の光学補償素子1の面内リタデーションを $Re_{1,\lambda}$ とすると、波長 $\lambda$ の光の図3のグラフ上での回転角 $\theta_1$ は、下式で表すことができる。

#### 【0057】

$$\theta_1 = 360 \times Re_{1,\lambda} / \lambda \quad (^\circ)$$

#### 【0058】

従って、 $Re_{1,\lambda}$  を適切に設定することによって、各波長の光の回転角 $\theta_1$ を

所望のものとすることができ、偏光の長軸方位のずれをより小さくし、偏光の長軸方位を実質的にそろえることができる。

#### 【0059】

このように、黒表示状態において液晶層12を通過する偏光の旋光度の波長依存性に応じて、第1の光学補償素子1の遅相軸と面内リタデーション $Re_1$ の波長分散特性とを所定の状態（偏光の長軸方位をそろえ得る状態）に設定することによって、第1の光学補償素子1はその機能を好適に奏する。

#### 【0060】

第1の光学補償素子1としては、例えば、ポリカーボネートから形成された一軸光学異方性を有する位相差フィルムであって、波長550nmの光に対する面内リタデーション $Re_1$ が138nmで、図4に◇で示した波長分散特性を有する位相差フィルムを用いることができる。なお、図4では、波長550nmの光に対する面内リタデーションを1として示している。

#### 【0061】

図5(a)および(b)に、液晶層12および第1の光学補償素子1を通過した後の光の偏光状態を示す。図5(a)は、 $S_2$ 軸と $S_3$ 軸とを含む平面上に、ポアンカレ球上の点を正射影した図であり、図5(b)は、 $S_1$ 軸と $S_3$ 軸とを含む平面上に、ポアンカレ球上の点を正射影した図である。図5(a)に示したように、第1の光学補償素子1を通過させることによって、すべての波長の光の $S_2$ の値を550nmの光の $S_2$ の値と実質的に同じとすることができ、すべての波長の偏光の長軸方位を実質的にそろえることができる。後述する第2の光学補償素子2による光学補償の容易さの観点から、偏光の長軸方位のばらつきはできるだけ小さいことが好ましい。

#### 【0062】

上述したように、第1の光学補償素子1を通過した光は、偏光の長軸方位がすべての波長にわたってほぼそろっている。ただし、第1の光学補償素子1を通過した光は、 $S_3$ の値（ポアンカレ球面上の緯度）が波長ごとに異なっており、直線偏光成分だけではなく、楕円偏光成分も含んでいる。つまり、この時点では、光は、その楕円率に波長依存性（波長分散）を有している。

## 【0063】

第2の光学補償素子2は、黒表示状態において液晶層12を通過する偏光の「楕円率」の波長依存性（波長分散）を補償する。

## 【0064】

典型的には、第2の光学補償素子2は、黒表示状態において液晶層12に入射する偏光のうち、特定の波長の直線偏光を直線偏光のまま通過させ、その特定の波長よりも短い波長域および長い波長域の楕円偏光を実質的に直線偏光にする機能を有する。本実施形態における第2の光学補償素子2は、波長550nmの直線偏光を直線偏光のまま通過させ、その他の波長の楕円偏光を実質的に直線偏光にする。

## 【0065】

上記機能を有する第2の光学補償素子2は、例えば、液晶層12に平行な面内に遅相軸を有し、この遅相軸が液晶セル10を第2の光学補償素子2側から見たときに配向層14aの配向規制方向と反時計回りに略45°の角をなすように配置されている。つまり、第2の光学補償素子2の遅相軸は、第2の光学補償素子2に近い方の基板11a近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と略45°の角をなすように配置されている。

## 【0066】

このように遅相軸が設定された第2の光学補償素子2を光が通過したときの偏光状態の変化は、図5（b）のグラフ上の点を、 $S_1=0$ 、 $S_3=0$ の点を中心に反時計回りに回転させることと等価である。図5（b）のグラフ上での回転角度は、第2の光学補償素子2が液晶層12に平行な平面内に有するリタデーションの大きさに依存するので、第2の光学補償素子2の面内リタデーション $R_{e2}$ の大きさを適切に調整することによって、図5（b）のグラフ上での回転角を制御し、楕円率の変化を制御することができる。なお、液晶層12のねじれ方向が異なる場合、すなわち、液晶分子が基板11b側から基板11a側に向かって時計回りにねじれ配向するように液晶層12を設定した場合には、第2の光学補償素子2の遅相軸が観察者側の基板11a近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と時計回りに略45°の角をなすように設置することによって、同様の機能

を奏することができる。

#### 【0067】

ここで、波長 550 nm の光を直線偏光のままとするためには、例えば、波長 550 nm の光の回転角度が略 180° となるように、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  を設定すればよい。

#### 【0068】

ただし、図 5 (a)、(b) からわかるように、液晶層 12 および第 1 の光学補償素子 1 を通過した各波長の光は、ポアンカレ球面上での緯度が異なっており、 $S_3$  の値すなわち楕円率が異なっている。従って、すべての波長の光を一樣に略 180° 回転させても、楕円率の波長依存性を補償することはできない。そのため、波長に応じて回転角を異ならせる必要がある。

#### 【0069】

本実施形態では、図 5 (a)、(b) に示したように、550 nm よりも短い波長域の光が  $S_3 > 0$  の領域に分布し、550 nm よりも長い波長域の光が  $S_3 < 0$  の領域に分布している。そのため、550 nm よりも低波長の光を 180° よりも大きな角度で回転させ、550 nm よりも高波長の光を 180° よりも小さな角度で回転させることによって、楕円率の波長依存性を補償することができる。

#### 【0070】

波長に応じて回転角を適切に設定するために、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  の波長分散特性を利用できる。一般に、波長  $\lambda$  の光に対する第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーションを  $R_{e2, \lambda}$  とすると、波長  $\lambda$  の光のズ 5 (b) のグラフ上での回転角  $\theta_2$  は、下式で表すことができる。

#### 【0071】

$$\theta_2 = 360 \times R_{e2, \lambda} / \lambda \text{ (°)}$$


#### 【0072】

従って、 $R_{e2, \lambda}$  を適切に設定することによって、各波長の光の回転角  $\theta_2$  を所望のものとすることができ、楕円率の波長依存性を補償することができる。

#### 【0073】

このように、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の楕円率の波長依存性に応じて、第 2 の光学補償素子 2 の遅相軸と面内リタデーション  $R_{e2}$  の波長分散特性とを所定の状態（偏光の楕円率をそろえ得る状態）に設定することによって、第 2 の光学補償素子 2 はその機能を好適に奏する。

#### 【0074】

第 2 の光学補償素子 2 としては、例えば、ポリビニルアルコールから形成された一軸光学異方性を有する位相差フィルムであって、波長 550 nm の光に対して  $\lambda/2$  板として機能し、図 4 に  で示した波長分散特性を有する位相差フィルムを用いることができる。

#### 【0075】

図 6 (a)、(b) に、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 の両方を通過した後の光の偏光状態を示す。図 6 (a)、(b) に示したように、第 2 の光学補償素子 2 を通過させることによってすべての波長の光の  $S_3$  の値を 0 に近づけることができ、すべての波長の光を実質的に直線偏光とすることができる。また、このとき、 $S_2$  の値もすべての波長にわたってほぼ 0 であり、偏光の長軸方位が実質的にそろっている。このように、第 1 の光学補償素子 1 と第 2 の光学補償素子 2 を通過した光は、可視領域のほぼ全域（特に  $\Delta$ 、 $\square$ 、 $\circ$  で示した 450 nm ~ 650 nm）にわたって偏光方向のそろった直線偏光となっている。従って、観察者側の偏光板 20a と背面側の偏光板 20b とを所定の関係となるように配置（ここではクロスニコル配置）することにより、黒表示状態において液晶層 12 を通過した光を可視領域のほぼ全域にわたって観察者側の偏光板 20a で高効率で遮ることができ、従って、黒表示の着色が抑制される。そのため、液晶表示装置 100 では高コントラスト比の表示が実現される。

#### 【0076】

ここで、図 7 を参照しながら、黒表示状態において液晶表示装置 100 を通過する光の偏光状態の変化を改めて説明する。図 7 では、左側に液晶表示装置 100 の各構成要素を模式的に示し、右側に各構成要素を通過した後の光の偏光状態を RGB の色ごとに模式的に示している。図 7 中、偏光板 20a および 20b に付した矢印は透過軸を示し、基板 10a および 10b に付した矢印は、それぞれ



の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向（配向層 14 a、14 b の配向規制方向）を示している。また、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 に付した矢印は遅相軸を示している。

#### 【0077】

バックライトから出射して背面側の偏光板 20 b を通過した光は、偏光方向が偏光板 20 b の透過軸に平行な直線偏光となる。この直線偏光は、電圧無印加状態の液晶層 12 を通過すると、液晶層 12 の旋光性により、偏光方向が略  $90^\circ$  回転する。ただし、G 光がちょうど  $90^\circ$  回転した直線偏光であるのに対して、B 光および R 光は楕円偏光となっており、その楕円長軸方位は G 光の偏光方向と異なっている。

#### 【0078】

これらの光が第 1 の光学補償素子 1 を通過すると、B 光および R 光の楕円長軸方位が G 光の偏光方向と実質的に同じにされ、旋光度の波長依存性が補償される。そして、これらの光が第 2 の光学補償素子 2 を通過すると、楕円偏光である B 光および G 光が直線偏光とされ、楕円率の波長依存性が補償される。その結果、R、G、B のすべての光が偏光方向のそろった直線偏光となる。

#### 【0079】

このようにして旋光度および楕円率の波長依存性が補償された光は、観察者側の偏光板 20 a の透過軸と直交する直線偏光であるので、偏光板 20 a でそのほとんどが吸収される。

#### 【0080】

上述したように、本発明による液晶表示装置 100 は、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の旋光度の波長依存性を補償する第 1 の光学補償素子 1 と、楕円率の波長依存性を補償する第 2 の光学補償素子 2 とを備えているので、黒表示の着色が抑制されたコントラスト比の高い表示を行うことができる。本発明によれば、液晶層 12 に相対的に近い第 1 の光学補償素子 1 と、液晶層 12 に相対的に遠い第 2 の光学補償素子 2 とを用い、旋光度の波長依存性と楕円率の波長依存性とを別途に補償するので、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 のそれぞれとして、比較的単純な構成を有し、工業的に利用しやすいもの

を用いることができる。そのため、製造コストの低減をはかることができる。

#### 【0081】

第1の光学補償素子1や第2の光学補償素子2としては、例えば、一軸光学異方性を有する位相差フィルムを用いることができる。このように、第1の光学補償素子1および第2の光学補償素子2はそれぞれ一枚の位相差フィルムで構成し得るので、多数の位相差フィルムを積層する必要がなく、液晶表示装置の薄型化をはかることもできる。

#### 【0082】

第1の光学補償素子1として一軸性の位相差フィルムのような単純な構成の素子を用いる場合、第1の光学補償素子1を、特定の波長の偏光の長軸方位を変化させずに他の波長の偏光の長軸方位をその特定の波長の偏光の長軸方位にそろえるように構成することが好ましい。すべての波長の偏光の長軸方位を変化させて偏光の長軸方位をそろえることは、一軸性の位相差フィルムのような単純な構成の素子を用いて容易には実現できないからである。なお、第1の光学補償素子1での光学補償に際して偏光の長軸方位が固定される上記特定の波長は、黒表示状態において液晶層を通過する光のうち、所望の偏光状態が得られる波長である。上記の説明では、この特定の波長が550nmであり、緑の波長域に含まれる場合を示したが、必ずしもこれに限定されるわけではない。ただし、この特定の波長は450nm以上600nm以下の波長域に含まれることが好ましい。この特定の波長が視感度の高い500nm以上600nmの波長域に含まれていると、明るさ・コントラスト比とも良好となる。また、この特定の波長が450nm以上500nm以下の波長域に含まれている場合には、明るさ・コントラスト比がわずかに低下するものの、良好な白表示が実現される。

#### 【0083】

第2の光学補償素子2は、典型的には、特定の波長の直線偏光を直線偏光のまま（さらには偏光方向が直交するように）通過させ、他の波長の楕円偏光を実質的に直線偏光とする機能を有する。本発明によれば、液晶層12に相対的に近い一軸性の位相差フィルムを用いて旋光度の波長依存性の補償を行うので、第2の光学補償素子2として一軸性の位相差フィルムのような単純な構成の素子を用い

てもこのような機能を奏させることが容易となる。

#### 【0084】

第1の光学補償素子1を用いて好適に光学補償を行うためには、黒表示状態において液晶層12を通過する偏光の旋光度の波長依存性に応じて、第1の光学補償素子1の遅相軸と面内リタデーション $R_{e1}$ の波長分散特性とを所定の状態に設定することが好ましい。

#### 【0085】

また、第2の光学補償素子2を用いて好適に光学補償を行うためには、黒表示状態において液晶層12を通過する偏光の楕円率の波長依存性に応じて、第2の光学補償素子2の遅相軸と面内リタデーション $R_{e2}$ の波長分散特性とを所定の状態に設定することが好ましい。

#### 【0086】

本発明による実施形態の液晶表示装置100は、例えば以下のようにして製造することができる。

#### 【0087】

まず、一对の基板（例えばガラス基板）11aおよび11bを用意する。次に、それぞれの基板11a、11b上に、スパッタリング法を用いて透明導電層（例えばITO膜）を厚さ100nm～140nmで形成し、その後、透明導電層をフォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることによって、透明電極13a、13bを形成する。

#### 【0088】

続いて、透明電極13a、13bが形成された基板11a、11b上に、スピコート法を用いて水平配向膜14a、14bを50nmの厚さで形成し、この水平配向膜14a、14bにラビング処理を施す。このとき、水平配向膜14へのラビング処理は、基板11a、11bを対向配置したときにラビング方向が互いに略直交するように施す。

#### 【0089】

次に、一对の基板11aおよび11bをセルギャップが5.2 $\mu$ mとなるように貼り合わせる。具体的には、一方の基板上にプラスチックスペーサを散布した

後、一对の基板 11a および 11b を互いに対向するように配置し、表示領域の周辺に印刷された熱硬化型の接着剤を硬化させることにより両基板を固定する。

#### 【0090】

続いて、一对の基板 11a および 11b 間の間隙に真空注入法を用いて液晶材料を充填することによって液晶層 12 を形成する。ここでは、液晶材料として、屈折率異方性  $\Delta n$  が 0.0924 のネマチック液晶材料に光学活性物質 CB15 を 0.15 wt % 含有させたものを用いる。このとき、液晶層 12 が電圧無印加状態で  $90^\circ$  ねじれ配向状態をとり、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  が 480 nm となるように液晶材料を設定する。また、液晶分子のねじれ方向は、背面側の基板 11b 側から前面側の基板 11a 側に向かって反時計回りになるように設定する。

#### 【0091】

このようにして作製された液晶セル 10 は、波長が 550 nm の光に対してファーストミニマム条件を満足している。

#### 【0092】

次に、第 1 の光学補償素子 1 として、ポリカーボネートから形成された面内リタデーション  $R_{e1}$  が 140 nm の一軸性の位相差フィルム 1 を観察者側の基板 11a 上に設置する。このとき、観察者側の基板 11a 近傍の液晶分子の配向方向と位相差フィルム 1 の遅相軸とが直交するように設置する。なお、ここで位相差フィルム 1 の材料としてポリカーボネートを用いるのは、その屈折率異方性が、上記の液晶材料からなる液晶層 12 を通過する偏光の長軸方位をそろえるのに適した波長分散特性をもつためである。用いる液晶層 12 のツイスト角や液晶材料の光学的な物性値が異なれば、第 1 の光学補償素子 1 として好適に機能する波長分散特性も異なり得るので、液晶層 12 のツイスト角や液晶材料の光学的な物性値に応じて、位相差フィルム 1 の材料を選択すればよい。

#### 【0093】

続いて、第 2 の光学補償素子として、ポリビニルアルコールから形成された面内リタデーション  $R_{e2}$  が 270 nm の一軸性の位相差フィルム 2 を位相差フィルム 1 上に設置する。このとき、この位相差フィルム 2 の遅相軸が、位相差フイ

ルム 1 の遅相軸に対して液晶セル 10 の上側（観察者側）からみて時計回りに  $45^\circ$  の角をなすように設置する。つまり、観察者側の基板 11a 近傍の液晶分子の配向方向に対して位相差フィルム 2 の遅相軸が反時計回りに  $45^\circ$  の角をなすように設置する。なお、液晶層 12 のねじれ方向が異なる場合、すなわち、時計回りの場合には、位相差フィルム 2 の遅相軸が基板 11a 近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向と時計回りに略  $45^\circ$  の角をなすように設置する。また、ここで位相差フィルム 2 の材料としてポリビニルアルコールを用いるのは、その屈折率異方性が、上記の液晶材料からなる液晶層 12 を通過する偏光をすべての波長にわたって実質的に直線偏光とするのに適した波長分散特性をもつためである。用いる液晶層 12 のツイスト角や液晶材料の光学的な物性値が異なれば、第 2 の光学補償素子 2 として好適に機能する波長分散特性も異なり得るので、液晶層 12 のツイスト角や液晶材料の光学的な物性値に応じて、位相差フィルム 2 の材料を選択すればよい。

#### 【0094】

その後、背面側の偏光板 20b をその透過軸が背面側の基板 11b 近傍の液晶分子の配向方向と略平行になるように配置し、観察者側の偏光板 20a を背面側の偏光板 20b に対してクロスニコルの関係になるように配置することによって液晶表示装置 100 が完成する。なお、背面側の偏光板 20b をその透過軸が背面側の基板 11b 近傍の液晶分子の配向方向と略直交するように配置し、観察者側の偏光板 20a を観察者側の偏光板 20b に対してクロスニコルの関係になるように配置してもよい。

#### 【0095】

このようにして作製した液晶表示装置 100 の電気光学特性を図 8 (a) に示す。なお、図 8 (a) には、比較のために、第 1 の光学補償素子 1 と第 2 の光学補償素子 2 とが設けられていない点以外は液晶表示装置 100 とほぼ同様の構成を有する比較例の液晶表示装置の電気光学特性も併せて示している。

#### 【0096】

図 8 (a) に実線で示した液晶表示装置 100 の透過率は、同図中に破線で示した比較例の液晶表示装置の透過率に比べて、黒表示状態において低い値を示し

ており、液晶表示装置 100 においてより暗い黒表示が実現され、コントラスト比が向上していることがわかる。具体的には、比較例の液晶表示装置のコントラスト比が 50 であるのに対し、本実施形態ではコントラスト比 300 以上の高品位の表示が実現できる。

#### 【0097】

また、図 8 (b) に、液晶表示装置 100 の黒表示時の分光透過率特性を示す。実線で示した液晶表示装置 100 の黒表示状態における透過率は、破線で示した比較例の液晶表示装置の黒表示状態における透過率に比べて可視光全域において低く、液晶表示装置 100 では良好な黒表示が実現されていることがわかる。

#### 【0098】

なお、ここでは、第 1 の光学補償素子 1 の材料としてポリカーボネート、第 2 の光学補償素子 2 の材料としてポリビニルアルコールを例示しているが、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 の材料はこれらに限定されない。第 1 の光学補償素子 1 の材料は、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の旋光度の波長依存性を好適に補償することができるよう、その材料の屈折率異方性と屈折率異方性の波長分散特性とを考慮して選択すればよい。また、第 2 の光学補償素子 2 の材料は、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の楕円率の波長依存性を好適に補償することができるよう、その材料の屈折率異方性と屈折率異方性の波長分散特性とを考慮して選択すればよい。

#### 【0099】

また、ここでは、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 として一軸光学異方性を有する位相差フィルムを用いたが、光学補償が可能な他の素子を用いてもよく、第 1 の光学補償素子 1 および／または第 2 の光学補償素子 2 に、他の補償機能を付加してもよい。ただし、製造コストを低減して生産性を向上する観点からは、一軸光学異方性を有する位相差フィルムを用いることが好ましい。

#### 【0100】

以下、液晶層 12、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 の好ましい構成を説明する。なお、以下では、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot$

d、第1の光学補償素子1の面内リタデーション $Re_1$ 、第2の光学補償素子1の面内リタデーション $Re_2$ は、液晶層12がファーストミニマム条件を満足する波長の光（ここでは波長550nmの光）に対するリタデーションである。

#### 【0101】

##### （液晶層）

液晶層12の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ （液晶層12に垂直に入射する光に対するリタデーション）の値を変化させ、表示特性を評価した。具体的には液晶層12の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ が370nm～580nmの液晶表示装置をそれぞれ作製し、表示特性を測定した。このとき、第1の光学補償素子1としてポリカーボネイトから形成された面内リタデーション $Re_1$ が140nmの位相差フィルムを用い、第2の光学補償素子2としてポリビニルアルコールから形成された位相差フィルムを用いた。第2の光学補償素子2の面内リタデーション $Re_2$ は、液晶層12の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ の変化に応じてコントラスト比が最大になるように適宜設定した。第1の光学補償素子1は、その遅相軸と観察者側の基板11a近傍の液晶分子の配向方向とが直交するように設置し、第2の光学補償素子2は、その遅相軸が、観察者側の基板11a近傍の液晶分子の配向方向に対して液晶セル10の上側からみて反時計回りに45°の角をなすように設置した。

#### 【0102】

図9に、液晶層12の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ とコントラスト比との関係を示す。図9からわかるように、液晶層12の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ を390nm以上550nm以下とすることによって、コントラスト比が100以上の良好な表示を実現することができる。また、正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ を420nm以上520nm以下とすることによって、コントラスト比が200以上のより良好な表示を実現することができ、正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ を440nm以上480nm以下とすることによって、コントラスト比が300以上のさらに良好な表示を実現することができる。

#### 【0103】

##### （第1の光学補償素子）

まず、液晶層 12 の好ましい構成について説明したのと同様に液晶表示装置を作成し、第 1 の光学補償素子 1 の面内リタデーション  $R_{e1}$  の値を変化させてその表示特性を測定した。このとき、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  を 480 nm に設定し、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  を 275 nm に設定した。

#### 【0104】

図 10 に、第 1 の光学補償素子 1 の面内リタデーション  $R_{e1}$  とコントラスト比との関係を示す。図 10 からわかるように、第 1 の光学補償素子 1 の面内リタデーション  $R_{e1}$  を 75 nm 以上 210 nm 以下とすることによって、コントラスト比が 100 以上の良好な表示を実現することができる。また、面内リタデーション  $R_{e1}$  を 105 nm 以上 175 nm 以下とすることによって、コントラスト比が 200 以上のより良好な表示を実現することができる。

#### 【0105】

次に、第 1 の光学補償素子 1 の遅相軸と、第 1 の光学補償素子 1 に近い方の基板 11a 近傍に位置する液晶分子の黒表示状態での配向方向とのなす角  $\alpha$  を変化させ、表示特性を評価した。このとき、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  を 480 nm、第 1 の光学補償素子 1 の面内リタデーション  $R_{e1}$  を 140 nm、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  を 275 nm に設定した。

#### 【0106】

図 11 に、角  $\alpha$  とコントラスト比との関係を示す。図 10 からわかるように、角  $\alpha$  を  $85^\circ$  以上  $95^\circ$  以下とすることによって、コントラスト比がほぼ 100 以上の良好な表示を実現することができる。また、角  $\alpha$  を  $86^\circ$  以上  $94^\circ$  以下とすることによって、コントラスト比が 200 以上のより良好な表示を実現することができる。さらに、角  $\alpha$  を略  $90^\circ$  とすると、コントラスト比を約 300 とすることができるので、表示品位の観点からはもっとも好ましい。

#### 【0107】

上述したように、良好な表示を実現する観点からは、第 1 の光学補償素子 1 の面内リタデーション  $R_{e1}$  の値が 75 nm 以上 210 nm 以下であり、第 1 の光



学補償素子 1 の遅相軸と、第 1 の光学補償素子 1 に近い方の基板 11a 近傍に位置する液晶分子の黒表示状態での配向方向とのなす角  $\alpha$  が  $85^\circ$  以上  $95^\circ$  以下であることが好ましい。

#### 【0108】

(第 2 の光学補償素子)

まず、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  を  $370 \text{ nm}$  から  $580 \text{ nm}$  まで変化させ、コントラスト比が最大になる第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  を測定した。このとき、第 1 の光学補償素子 1 としてはポリカーボネイトから形成された面内リタデーション  $R_{e1}$  が  $140 \text{ nm}$  の位相差フィルムを用い、第 2 の光学補償素子 2 としてはポリビニルアルコールから形成された位相差フィルムを用いた。

#### 【0109】

図 12 に、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  と、最大のコントラスト比を与える第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  との関係を示す。図 12 からわかるように、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  が  $370 \text{ nm} \sim 580 \text{ nm}$  の場合、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  が  $R_{e2} = 0.44 \times (\Delta n \cdot d) + 65$  の関係を満足することによって、ほぼ最大のコントラスト比が得られる。

#### 【0110】

次に、液晶層 12 の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  を  $480 \text{ nm}$  とし、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  を  $200 \text{ nm}$  から  $320 \text{ nm}$  まで変化させて表示特性を評価した。

#### 【0111】

図 13 に、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  とコントラスト比との関係を示す。図 13 および上記の式からわかるように、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタデーション  $R_{e2}$  が  $276.2 \text{ nm}$  のときに最大のコントラスト比が得られる。また、図 13 からわかるように、最大のコントラスト比を与える面内リタデーション  $R_{e2}$  の値とのずれが  $15 \text{ nm}$  以下であると、コントラスト比が 100 以上の良好な表示を実現することができる。従って、第 2 の光学補償

素子 2 の面内リタレーション  $R_{e2}$  が  $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$  の関係を満足することによって良好な表示を実現することができる。さらに、最大のコントラスト比を与える面内リタレーション  $R_{e2}$  の値とのずれが  $10 \text{ nm}$  以下であると、コントラスト比が  $200$  以上のより良好な表示を実現することができる。従って、第 2 の光学補償素子 2 の面内リタレーション  $R_{e2}$  が  $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 55 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 75$  の関係を満足することによってより良好な表示を実現することができる。

#### 【0112】

続いて、第 2 の光学補償素子 2 の遅相軸と、第 1 の光学補償素子 1 に近い方の基板 11a 近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向とのなす角  $\beta$  を変化させ、表示特性を評価した。なお、 $\beta$  の値は、液晶セル 10 を第 2 の光学補償素子 2 側から見たときの時計回りを正、反時計回りを負とした。

#### 【0113】

図 14 に、角  $\beta$  とコントラスト比との関係を示す。図 14 からわかるように、角  $\beta$  を反時計まわりに  $42^\circ$  以上  $48^\circ$  以下とすることによって、コントラスト比がほぼ  $100$  以上の良好な表示を実現することができる。また、角  $\beta$  を反時計回りに  $43^\circ$  以上  $47^\circ$  以下とすることによって、コントラスト比が  $200$  以上のより良好な表示を実現することができる。さらに、角  $\beta$  を反時計回りに略  $45^\circ$  とすると、コントラスト比を約  $300$  とすることができるので、表示品位の観点からはもっとも好ましい。

#### 【0114】

なお、上述の説明では、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 が液晶セル 10 に対して観察者側に配置されている場合について説明したが、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 が液晶セル 10 に対して観察者と反対側に配置されてもよい。図 15 に示す液晶表示装置 100' は、液晶表示装置 100 の上下を逆転させたものに相当し、光学的に液晶表示装置 100 と等価であるので、黒表示状態において液晶層を通過する偏光の旋光度および楕円率の波長依存性が、第 1 の光学補償素子 1 および第 2 の光学補償素子 2 によって補償

される。そのため、黒表示の着色が抑制され、コントラスト比の高い表示を行うことができる。

#### 【0115】

##### (積層位相差板)

本発明による液晶表示装置に用いられる第1の光学補償素子1および第2の光学補償素子2は、例えば、図16(a)、(b)に示すような積層位相差板200であってもよい。なお、図16(b)は、積層位相差板200を示す分解斜視図であり、同図中の矢印は遅相軸を示している。積層位相差板200は、図16(a)、(b)に示すように、第1層201および第2層202を含む積層構造を備えている。

#### 【0116】

第1層201および第2層202は、それぞれ層面に平行な面内に遅相軸を有するとともにそれぞれ層面に平行な面内にリタデーションを有している。第1層201は、上述した第1の光学補償素子として機能し、第2層202は、第2の光学補償素子として機能する。

#### 【0117】

積層位相差板200は、ノーマリブラックモードで表示を行うTN型の液晶表示装置に用いることができ、黒表示状態において液晶層を通過する偏光の旋光度および楕円率の波長依存性を可視光域のほぼ全域にわたって補償することができる。つまり、積層位相差板200は、広帯域波長補償板として機能する。典型的には、第1層201が第2層202よりも液晶セルに近いように配置される。

#### 【0118】

一般的な仕様の液晶表示装置において好適に光学補償を行うためには、第1層201の面内リタデーションの値は、図10からもわかるように、75nm以上210nm以下であることが好ましい。

#### 【0119】

また、第2層202の面内リタデーションの値は、液晶セルの液晶層の正面リタデーションを $\Delta n \cdot d$ とすると、図12および図13からもわかるように、 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq R_{e2} \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ であるこ

とが好ましい。図9からわかるように、液晶層の正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ が390nm以上550nm以下であることによって良好なコントラスト比が得られるので、正面リタデーション $\Delta n \cdot d$ がこの範囲にある液晶層を備えた液晶セルに対しては、第2層202の面内リタデーションは、上式より220nm以上320nm以下であることが好ましい。従って、好適に光学補償を行うためには、第2層202の面内リタデーションの値は、220nm以上320nm以下であることが好ましいといえる。

#### 【0120】

また、第2層202の遅相軸は、図14からもわかるように、第1層201の遅相軸と $42^\circ$ 以上 $48^\circ$ 以下の角をなしていることが好ましく、 $43^\circ$ 以上 $47^\circ$ 以下の角をなしていることがより好ましく、略 $45^\circ$ の角をなしていることがさらに好ましい。

#### 【0121】

##### 【発明の効果】

本発明によると、黒表示の着色が抑制され、高コントラスト比の表示が可能で、且つ、低コストで製造可能なノーマリブラックモードのツイストネマチック型液晶表示装置が提供される。

#### 【0122】

また、本発明によると、そのような液晶表示装置に好適に用いられる積層位相差板が提供される。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明による実施形態の液晶表示装置100を模式的に示す断面図である。

##### 【図2】

ポアンカレ球を示す図である。

##### 【図3】

(a) および (b) は、液晶層を通過した光の偏光状態を示す図である。

##### 【図4】

ポリカーボネートから形成された位相差フィルムおよびポリビニルアルコール

から形成された位相差フィルムの面内リタデーションの波長分散特性を示すグラフである。

【図 5】

(a) および (b) は、第 1 の光学補償素子を通過した光の偏光状態を示す図である。

【図 6】

(a) および (b) は、第 2 の光学補償素子を通過した光の偏光状態を示す図である。

【図 7】

黒表示状態において液晶表示装置 100 を通過する光の偏光状態の変化を模式的に示す図である。

【図 8】

(a) は、液晶表示装置 100 の電気光学特性を示すグラフであり、(b) は、液晶表示装置 100 の黒表示時の分光透過率特性を示すグラフである。

【図 9】

液晶層の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  とコントラスト比との関係を示すグラフである。

【図 10】

第 1 の光学補償素子の面内リタデーション  $R_{e1}$  とコントラスト比との関係を示すグラフである

【図 11】

第 1 の光学補償素子の遅相軸と第 1 の光学補償素子に近い方の基板近傍に位置する液晶分子の黒表示状態での配向方向とのなす角  $\alpha$  と、コントラスト比との関係を示すグラフである。

【図 12】

液晶層の正面リタデーション  $\Delta n \cdot d$  と、最大のコントラスト比を与える第 2 の光学補償素子の面内リタデーション  $R_{e2}$  との関係を示すグラフである。

【図 13】

第 2 の光学補償素子の面内リタデーション  $R_{e2}$  とコントラスト比との関係を

示すグラフである。

【図 1 4】

第 2 の光学補償素子の遅相軸と第 1 の光学補償素子に近い方の基板近傍の液晶分子の黒表示状態における配向方向とのなす角  $\beta$  と、コントラスト比との関係を示すグラフである。

【図 1 5】

本発明による実施形態の他の液晶表示装置 1 0 0' を模式的に示す断面図である。

【図 1 6】

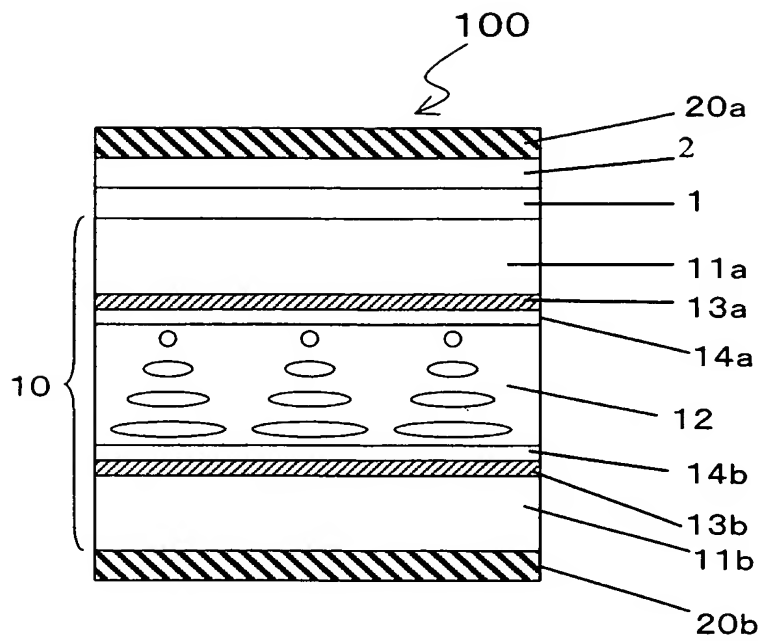
(a) および (b) は、本発明による実施形態の積層位相差板 2 0 0 を模式的に示す図であり、(b) は、積層位相差板 2 0 0 を示す分解斜視図である。

【符号の説明】

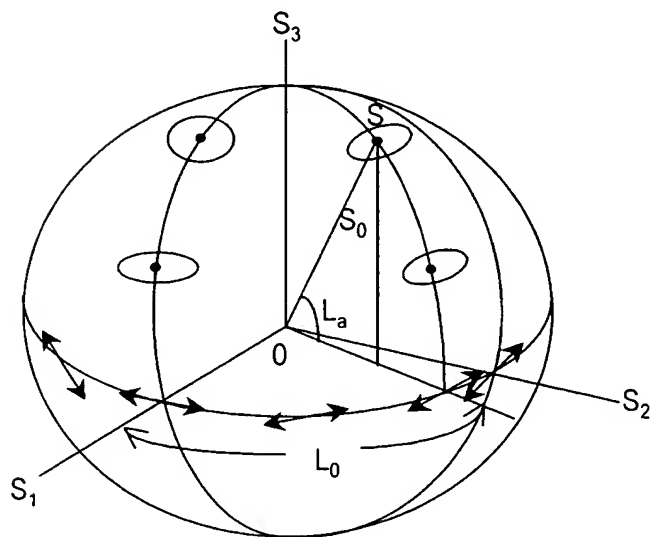
- 1 第 1 の光学補償素子
- 2 第 2 の光学補償素子
- 1 0 液晶セル
- 1 1 a、1 1 b 基板
- 1 2 液晶層
- 1 3 a、1 3 b 電極
- 1 4 a、1 4 b 配向層
- 2 0 a、2 0 b 偏光板
- 1 0 0、1 0 0' 液晶表示装置
- 2 0 0 積層位相差板
- 2 0 1 第 1 層
- 2 0 2 第 2 層

【書類名】 図面

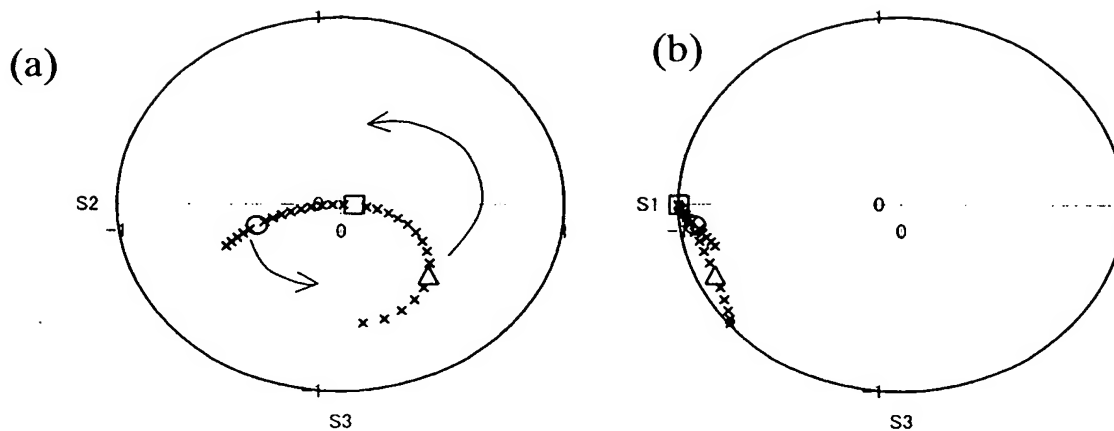
【図 1】



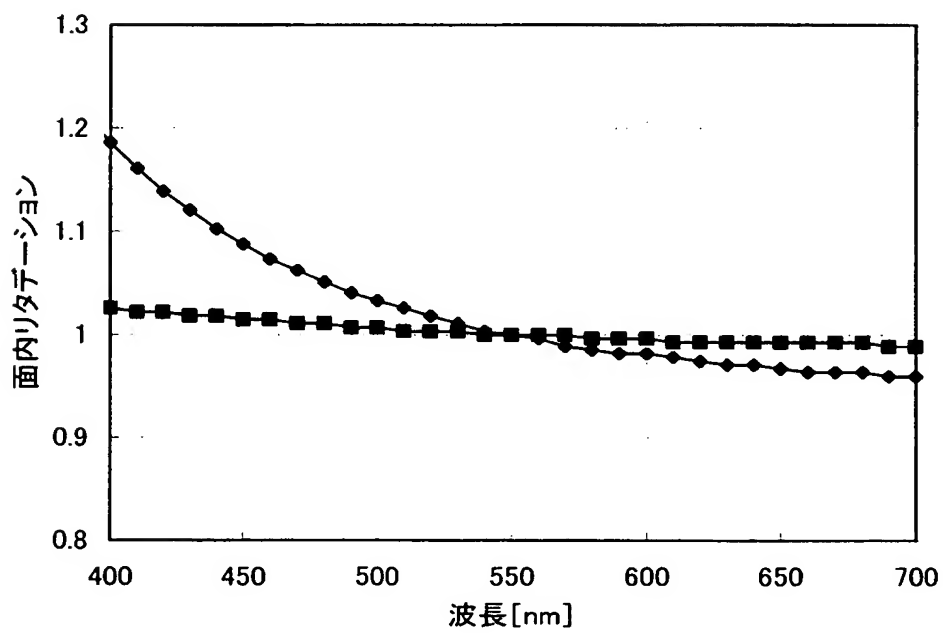
【図 2】



【図 3】



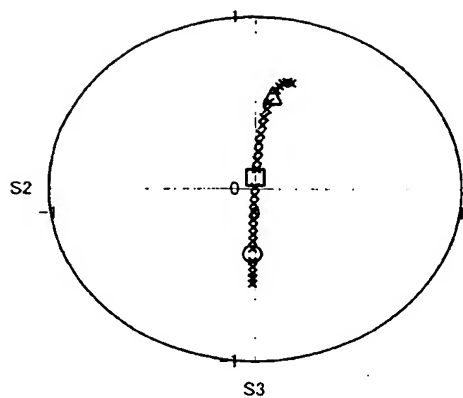
【図 4】



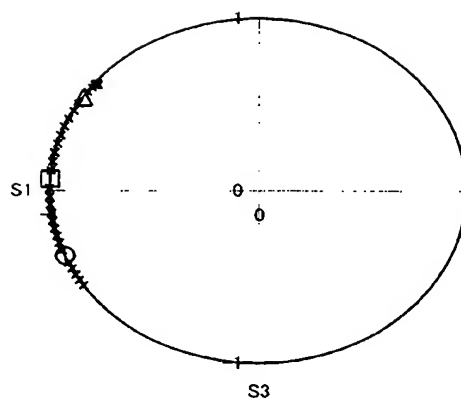


【図 5】

(a)

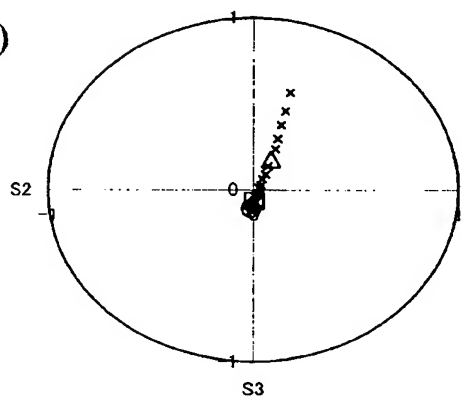


(b)

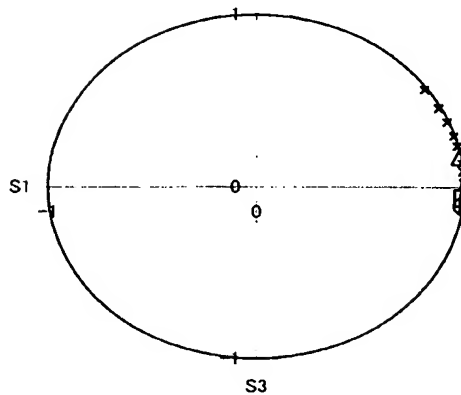


【図 6】

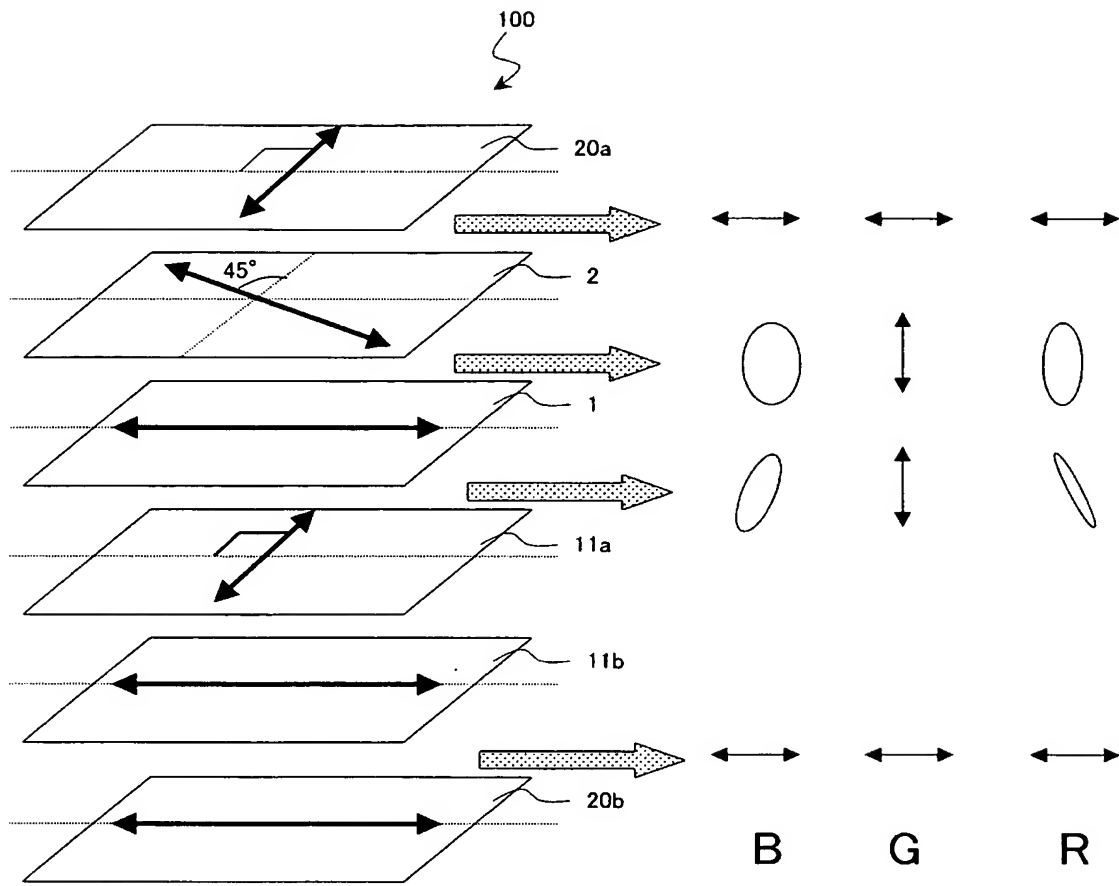
(a)



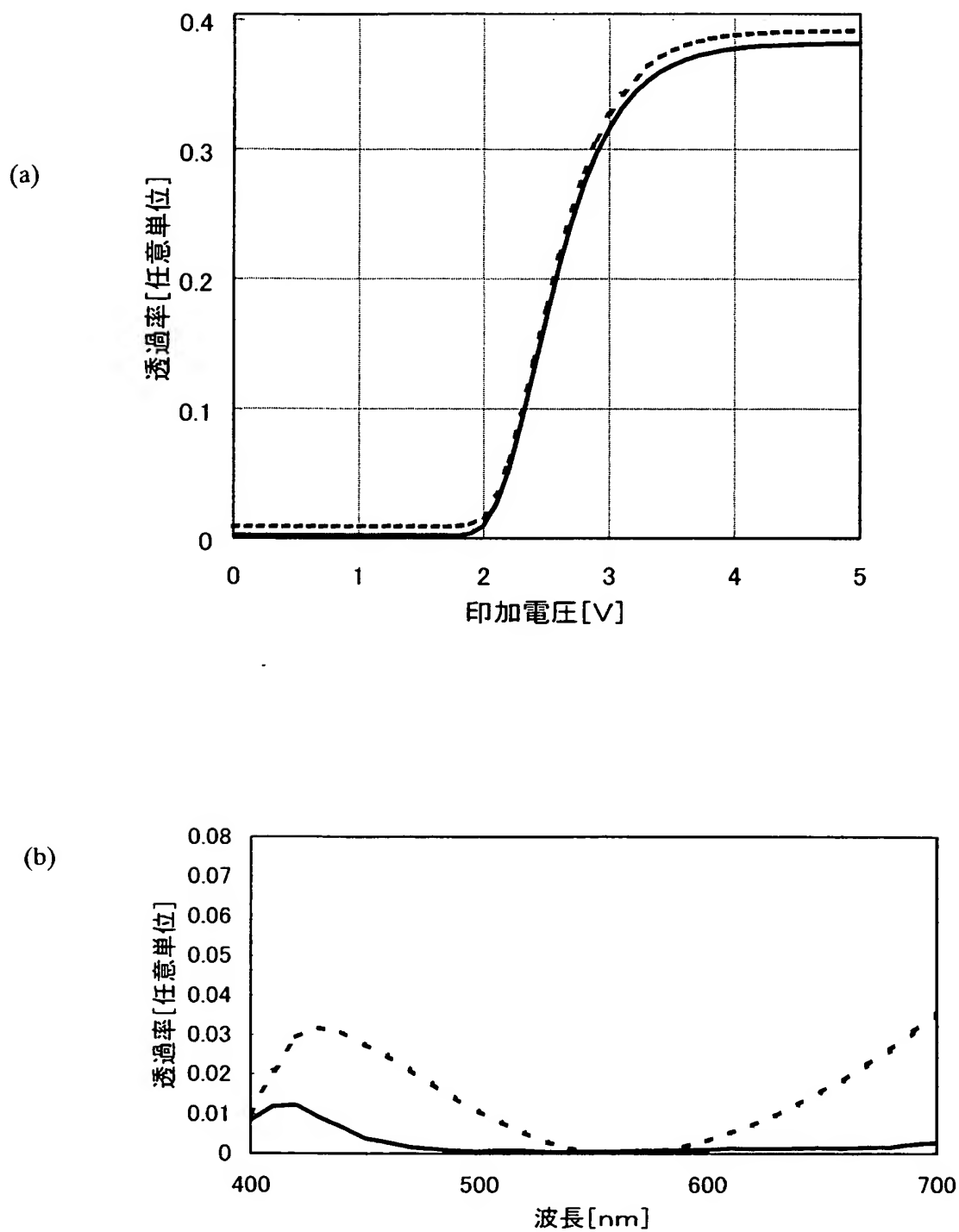
(b)



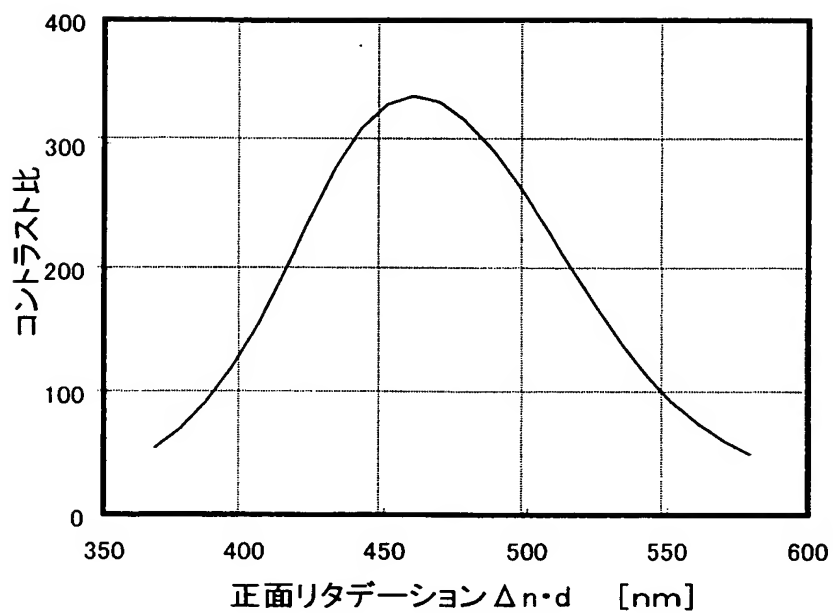
【図 7】



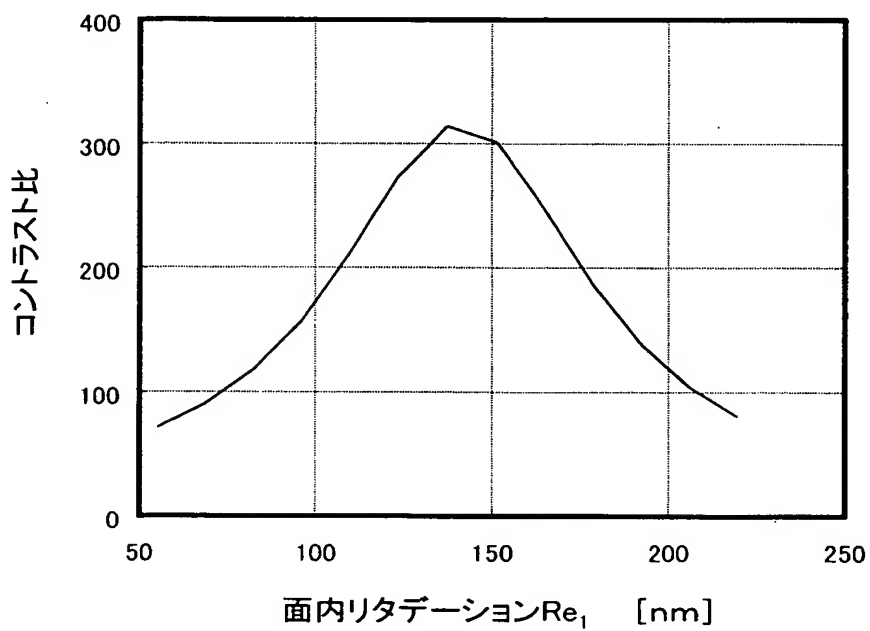
【図 8】



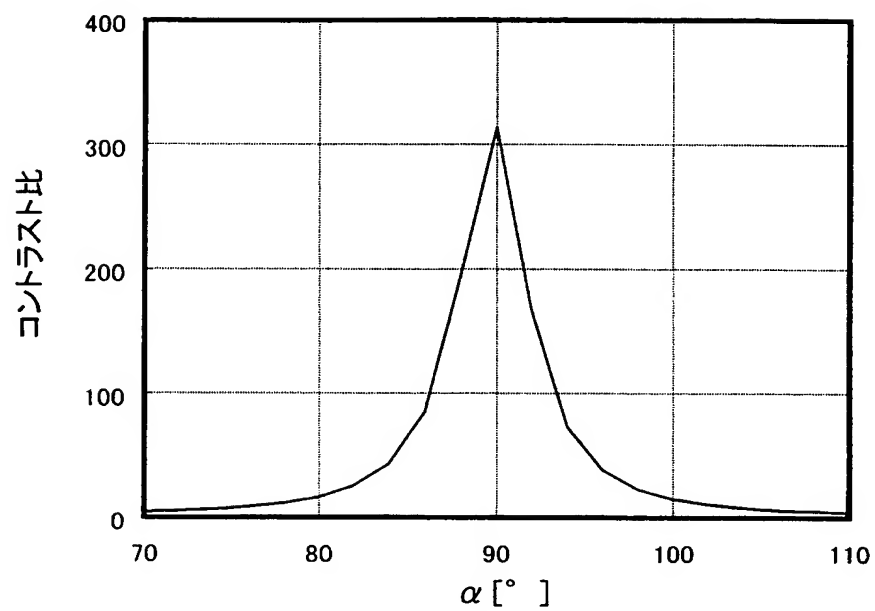
【図 9】



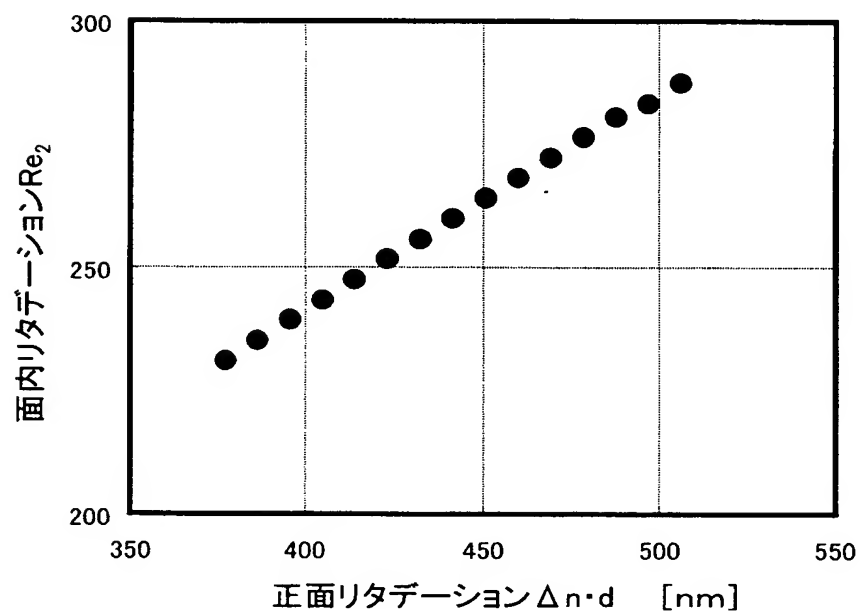
【図 10】



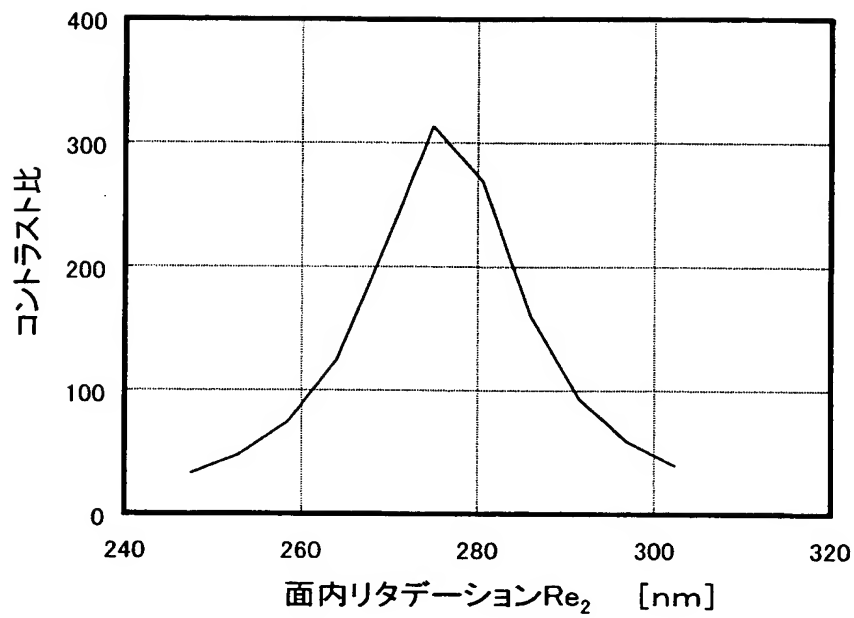
【図 1 1】



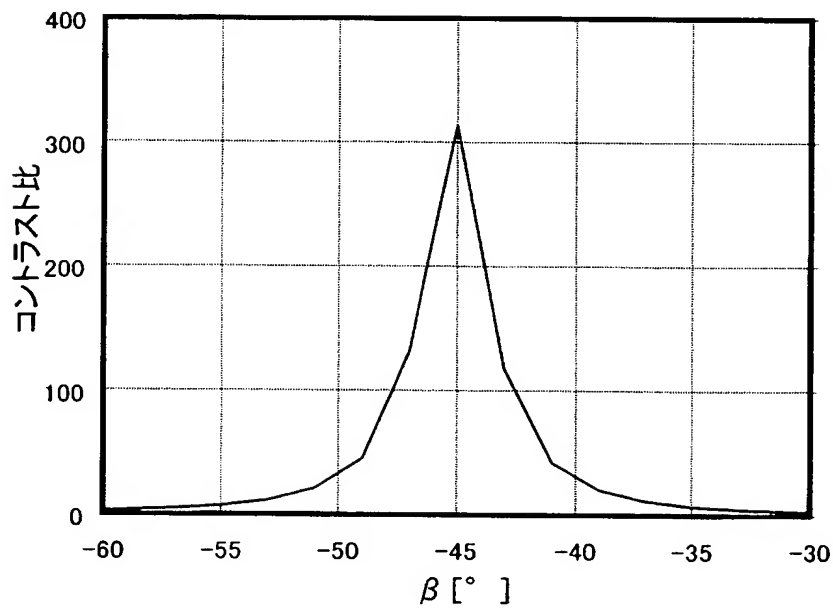
【図 1 2】



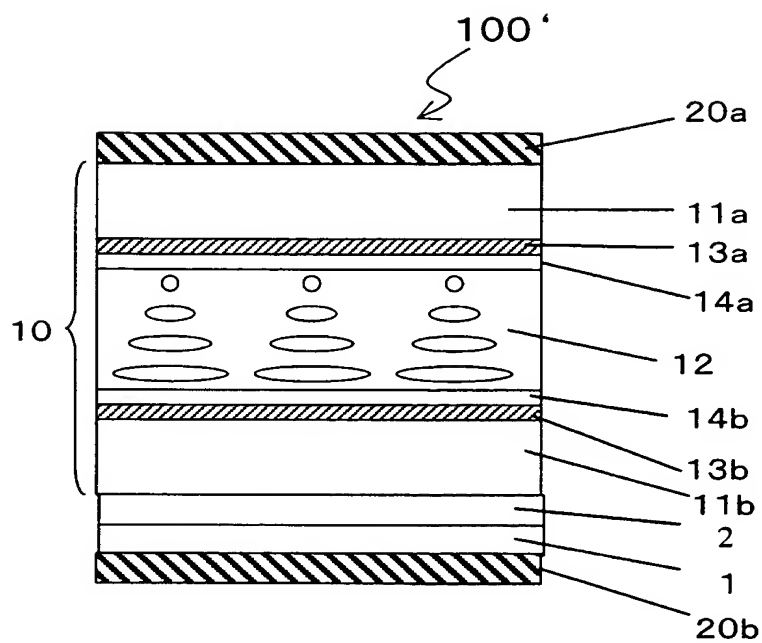
【図 13】



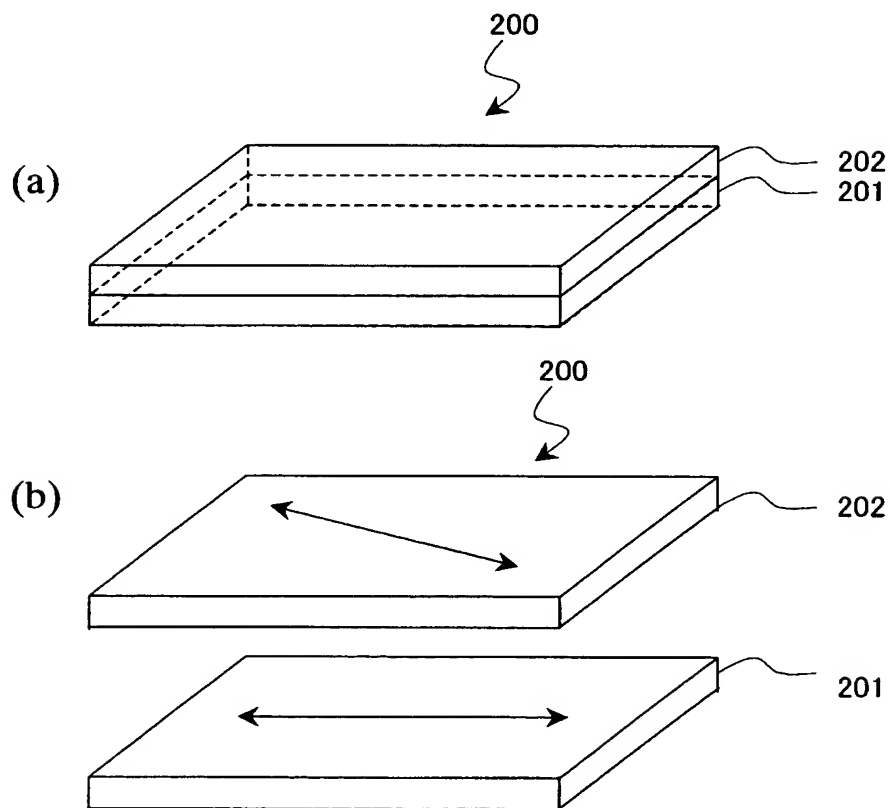
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 黒表示の着色が抑制され、高コントラスト比の表示が可能で、且つ、低コストで製造可能なノーマリブラックモードのツイストネマチック型液晶表示装置およびそれに好適に用いられる積層位相差板を提供する。

【解決手段】 一对の基板 11 a、11 b およびこれらの間に設けられた液晶層 12 を備える液晶セル 10 と、液晶セル 10 を介して互いに対向する一对の偏光板 20 a、20 b とを有し、ノーマリブラックモードで表示を行うツイストネマチック型の液晶表示装置であり、一方の偏光板 20 a と液晶セル 10 との間に配置された第 1 の光学補償素子 1 と、第 1 の光学補償素子 1 と一方の偏光板 20 a との間に配置された第 2 の光学補償素子 2 とをさらに有する。第 1 の光学補償素子 1 は、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の旋光度の波長依存性を補償し、第 2 の光学補償素子 2 は、黒表示状態において液晶層 12 を通過する偏光の楕円率の波長依存性を補償する。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 1 1 0 1 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名 シャープ株式会社